

Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2002 01745
Date of filing: 12 November 2002
Applicants: LM Glasfiber A/S
(Name and address) Rolles Møllevej 1
DK-6640 Lunderskov
Denmark

Title: Lynbeskyttelse af pitchreguleret vindmøllevinge.

IPC: F 03 D 11/00; H 02 G 13/00

This is to certify that the attached documents are exact copies of the above mentioned patent application as originally filed.



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Patent- og Varemærkestyrelsen
Økonomi- og Erhvervsministeriet

06 November 2003

Bo Z. Tidemann

BEST AVAILABLE COPY

PATENT- OG VAREMÆRKESTYRELSEN

BEST AVAILABLE COPY

12 NOV. 2002

Opfindelsens anvendelsesområde

PVS

Opfindelsen angår en vindmøllerotor omfattende et rotornav og et antal vinger, hvor hver vingerodende via et pitchleje er forbundet med rotornavet, så at vingen kan drejes i forhold til rotornavet omkring sin længdeakse, og hvor vingen er forsynet med mindst en elektrisk ledende lynnedleder, som forløber i vingens længderetning til vingerodenden, og som er elektrisk isoleret fra pitchlejet, og hvor der mellem lynnedlederen og rotornavet er tilvejebragt et gnistgab, der er indrettet til at kunne lede en lynstrøm, som løber gennem lynnedlederen.

10

Opfindelsen angår endvidere en vindmølle med en sådan vindmøllerotor.

Teknikkens standpunkt

Det er almindelig kendt, at vindmøller er beskyttede mod lynnedslag, og det er også almindelig kendt, at vindmøllevinger er udstyret med lynnedledere, der enten er placeret uden på vingerne eller inden i vingerne. Sidstnævnte type er forsynet med såkaldte lynreceptorer, der er metalliske gennemføringer fra vingens indre lynnedleder ud til vingens overflade. Disse receptorer har til formål at "tiltrække" lynene således, at lynstrømmen kan nedledes via lynnedlederen, der er monteret inden i vindmøllevingen. Vindmøllevinger med udvendigt monterede nedledere er ofte ikke forsynet med separate lynreceptorer, idet nedlederne selv virker som sådanne.

Tidligere løsninger med hensyn til lynnedledning har ikke taget særlig højde for, at et eventuelt pitchleje kunne beskadiges af en stor lynstrøm, og typisk er strømmen ledt gennem vingens lynnedleder til vingeroden og herfra gennem pitchlejet til rotornavet, hvorfra lynstrømmen ledes ind i nacellen/møllehatten til mølletårnet og ned i jorden.

En ulempe ved, at strømmen ledes gennem pitchlejet er, at lejeruller mv. kan ødelægges af en stor lynstrøm, som på sin vej gennem lejet danner lysbuer, hvorved der opstår en slags svejseeffekt, som kan ødelægge lejets overflade. Når først en lejerulles over-

flade mv. er beskadiget, nedbrydes lejet hurtigt, hvilket med tiden resulterer i større reparationsarbejder med driftsstop til følge.

- De mest almindelige lynnedslag opstår, når spændingsforskellen mellem en negativt ladet del af en tordensky og et positivt ladet område af jordoverfladen under skyen bliver tilstrækkelig stor, hvorved isoleringen af de luftlag, som adskiller områderne med modsat elektrisk ladning, bryder sammen. Fænomenet vil ligeledes opstå mellem en positiv ladet del af en tordensky og et negativt ladet område på jordoverfladen.
- 10 Inden selve lynnedslaget kan finde sted, skabes der en nedadgående "kanal", også kaldet "leader", af negativt ladede luftmolekyler i retning mod jordoverfladen. Leaderen forlænges oftest i trin af 20 til 100 m ad gangen og kaldes herved en "stepped leader". Når denne leader kommer tilstrækkelig tæt på jorden, vil det forstærkede elektriske felt mellem spidsen af den nedadgående leader og jordoverfladen starte en eller flere opad-
- 15 gående leadere, af positivt ladede luftmolekyler mod den nedadgående leader. Disse opadgående leadere forløber som regel opad fra emner, der rager op fra jordoverfladen, f.eks. vindmøller, træer, bygninger, flagstænger mv. Når de to leadere møder hinanden, kortsluttes systemet, og lynets egentlige hovedudladning, også kaldet "return stroke", finder sted. Fænomenet kan ligeledes opstå i omvendt rækkefølge, hvor leaderen som
- 20 også kaldes "stepped leader" startes fra jorden eller specielt høje objekter på jorden og bevæger sig imod tordenskyens ladede område.

- Fra DE 4436197 A1 kendes en løsning, hvor en lynstrøm ledes uden om pitchlejet og ind i nacellen via et lynaflederorgan, der fastlægger gnistgab med henholdsvis vingens
- 25 lynnedleder og en elektrisk ledende ring på nacellen. Ved lynnedslag dannes der lysbuer i disse gnistgab, og lynstrømmen kan således ledes ned til jorden. Der er således kun elektriske forbindelser mellem vingens lynnedleder og jorden under selve lynnedslagets hovedudladning, hvor der er dannet lysbuer i gnistgabene. Som tidligere nævnt dannes der leadere inden selve hovedudladningen, og som følgende af den elektriske
- 30 isolering mellem vingen og nacellen er der risiko for, at leaderne vil forløbe ad andre ukontrollerede veje mellem enkelte konstruktionsdele - f.eks. fra nacelle gennem ho-

vedaksel- eller rotorlejer til rotornav og herfra gennem vingens pitchleje til vingens lynnedledersystem. Efter dannelsen af elektriske leadere som følger evt. ukontrollerede veje gennem f.eks. konstruktionsdele, vil lynets hovedudladning eller dele deraf følge leadersporet, som er dannet gennem konstruktionen til jord. En sådan hovedudladning eller dele deraf vil, hvor den ikke følger en lynnedleder på kontrolleret vis, kunne forårsage mindre eller omfattende skade på konstruktionen eller dele af konstruktionen.

Opfindelsens formål

10 Formålet med opfindelsen er at anvise et forbedret lynnedledningsarrangement til en vindmølle, hvor det i så stort omfang som muligt sikres, at lynet slår ned i vingens receptorer eller udvendige lynnedledere og herfra via lynnedledersystemet kan ledes sikkert til jorden uden at beskadige vindmøllen.

15 Kort beskrivelse af opfindelsen

Formålet er ifølge opfindelsen opnået ved, at der parallelt med gnistgabets mellem lynnedlederen og rotornavet er tilvejebragt en slæbekontaktforbindelse, der sikrer elektrisk kontakt mellem lynnedlederen og rotornavet uanset vingens pitchvinkel. Herved kan der opnås en permanent elektrisk forbindelse mellem vingens lynnedleder og rotornavet, og der kan således dannes opadgående leadere fra vingens receptorer eller udvendige lynnedledere, hvorved sandsynligheden for, at lynet slår ned i receptoren eller de udvendige lynnedledere optimeres. Under selve hovedudladningen, det såkaldte return stroke, hvor der på meget kort tid løber en meget stor strøm, dannes der samtidig pga. den meget store spænding, som er tilstede efter kortslutningen af leaderne, en lysbue i gnistgabets mellem lynnedlederen og rotornavet, hvorved den elektriske modstand i dette bliver meget lille, og lynstrømmen vil således løbe gennem gnistgabets mellem lynnedlederen og rotornavet til jorden. Da den elektriske modstand i gnistgabets mellem lynnedlederen og rotornavet er meget mindre end kontaktmodstanden i slæbekontaktforbindelsen, vil kun en lille ikke-ødelæggende del af lynstrømmen løbe gennem slæbekontaktforbindelsen. Slæbekontaktforbindelsen sikrer, at der er en permanent elektrisk forbindelse mellem vingens lynnedleder og rotornavet uanset vingens pitchvinkel.

Ifølge en hensigtsmæssig udførelsesform omfatter slæbekontaktforbindelsen en slæbesko, der er fast monteret på rotnavet, og et elektrisk ledende kontaktelement, der er forbundet med vingens lynnedleder og strækker sig langs en del af vingerodendens omkreds. Denne udførelsesform er særlig enkel, idet vingerodenden som regel er cylindrisk, hvorved berøringspunktet mellem kontaktelementet og slæbeskoen befinder sig i en konstant position, uanset vingens pitchvinkel.

Ifølge en alternativ udførelsesform omfatter slæbekontaktforbindelsen en slæbesko, der er fast monteret på vingerodenden, og et elektrisk ledende kontaktelement i form af en skinne, der er monteret på rotnavet.

Ifølge en foretrukken udførelsesform er gnistgabet tilvejebragt mellem kontaktelementet og et gnistgabsselement. Denne udførelsesform er særlig enkel, fordi kontaktelementet udnyttes til både slæbekontaktforbindelsen og gnistgabsforbindelsen.

Ifølge en særlig hensigtsmæssig udførelsesform er slæbeskoen og gnistgabsselementet bygget sammen i en kontaktenhed. Herved opnås en særlig enkel og kompakt konstruktion, der er let at servicere eller udskifte.

Lynnedlederen er hensigtsmæssigt forbundet med en lynreceptor nær vingens tip.

Opfindelsen angår også en vindmølle, der omfatter en vindmøllerotor, som beskrevet ovenfor.

Kort beskrivelse af tegning

Opfindelsen vil i det følgende blive forklaret nærmere ved hjælp af en foretrukken udførelsesform, der er vist på tegningen, hvor

fig. 1 viser en principskitse af en vindmølle, set fra siden,

fig. 2 et detailbillede af et rotornav til en vindmølle, hvor der ses en del af to vinger,

5

fig. 3 et detailsnitbillede af rotornav og vinge omfattende et lynnedledningsarrangement, og

fig. 4 er et detailbillede, der viser en udførelsesform af et lynnedledningsarrangement
10 ifølge opfindelsen.

Figurerne 1 til 4 som beskrives herunder er forsynet med følgende henvisningstal:

- | | | |
|----|----|---|
| | 1 | Vindmølletårn |
| 15 | 2 | Nacelle/møllehat |
| | 3 | Rotornav |
| | 4 | Vinge |
| | 5 | Pitchleje |
| | 6 | Indvendig lynnedleder |
| 20 | 7 | Kontaktelement |
| | 8 | Kontaktenhed |
| | 9 | Montagearm for kontaktenhed |
| | 10 | Montagebeslag |
| | 11 | Gnistgabselement |
| 25 | 12 | Slæbesko |
| | 13 | Montageplade for gnistgabselement og slæbesko |
| | 14 | Afstandsklods |
| | 15 | Gnistgab |
| | 16 | Vingerod |
| 30 | 17 | Rotoraksel |

Detaljeret beskrivelse

Fig. 1 viser en vindmølle, hvor der på tårnet 1 på traditionelt vis er monteret en nacelle/møllehat 2, hvori en generator og et gear er monteret. Ud af nacellen 2 stikker en rotoraksel 17, hvorpå møllens rotornav 3 er monteret. På rotornavet 3 er monteret vindmøllens vinger 4.

I fig. 2 ses et detailbillede af et rotornav 3 til en vindmølle, hvor der også ses en del af to vinger 4. Forbindelsen mellem vinger 4 og rotornav 3 udgøres på den viste konstruktion af pitchlejer 5, ved hjælp af hvilke vingernes 4 stilling omkring deres længdeakse, dvs. pitch-vinklen kan reguleres.

For at opfange og nedlede et lyn er der indvendigt i vingen 4 monteret en indvendig lynnedleder 6, se fig. 3, som i vingens 4 tipende er i forbindelse med en eller flere-ikke viste lynreceptorer. Denne indvendige lynnedleder 6 er nær ved pitchlejet 5 i direkte elektrisk forbindelse med et kontaktelement 7, som i den viste udførelsesform er monteret udvendigt på vingen 4. Dette kontaktelement 7 danner anlæg for en udvendigt monteret kontaktenhed 8 med en gnistgabs- og slæbeanordning, der via en montagearm 9 og et montagebeslag 10 er fast monteret på rotornavet 3.

I fig. 4 ses i detaljer, hvordan en kontaktenhed 8 omfatter en montageplade 13, på hvilken der er monteret et gnistgabselement 11 og en slæbesko 12. Kontaktenheden 8 er monteret for enden af montagearmen 9 på en sådan måde, at kontaktenheden 8 påvirker kontaktelementets 7 overflade med en fjedrende kraft. For at forhindre, at gnistgabselementet 11 kommer i direkte kontakt med kontaktfladen 7, er der mellem montagepladen 13 og kontaktfladen 7 monteret afstandsklodser 14.

Kontaktelementet 7, der typisk vil være af metal, kan være udformet som en langstrakt emne med en højde i vingens længderetning, der typisk vil være lavere end bredden af

emnet. Dette emne kan monteres fladt på vingerodens 16 cylindriske overflade og er forbundet med den indvendige lynnedleder 6 i vingen.

5 Gnistgabselementet 11 fastlægger sammen med kontaktelementet 7 og afstandsklodserne 14 et gnistgab 15 på 1-10 mm. Gnistgabselementets 11 overflade imod kontaktelementet 7 er som vist takket. Herved forstærkes feltlinekoncentrationerne omkring gnistgabselementets spidser, som letter antændelsen af lysbuen i gnistgabet.

10 Kontaktelementet 7 kan forløbe hele vejen rundt om den cylindriske vingerod 16, men behøver i princippet blot at strække sig over 90°-100° af vingerodens omkreds, idet dette svarer til det interval, vingen normalt kan indstilles i.

Slæbeskoen 7 kan bestå af slæbekul eller være udført som en børste eller fjederbelastet sko og bestå af eksempelvis grafit, bronze, messing eller kulfibre.

15

Ifølge en alternativ udformning for en indretning som den her beskrevne kan hele systemet vendes således, at slæbeskoen 17 og gnistgabselementet 11 er monteret på vingen, og kontaktelementet 7 er monteret på rotornavet 3. Kontaktelementet 7 kan således være udformet som en buet skinne, der løber parallelt med vingerodens overflade i 20 afstand fra denne. Endvidere vil systemet kunne fungere som både en indvendig løsning, hvor hele udstyret monteres inde i vingens- og rotornavets indre, såvel som udvendigt på vingen og rotornavet som beskrevet ovenfor.

25 Kontaktelementet 7 er således udformet, at vingens pitchvinkel frit kan reguleres samtidig med, at der er en god elektrisk forbindelse. Denne gode elektriske forbindelse er nødvendig for at sikre, at der kan dannes leadere fra vingens receptorer i forbindelse med lynnedslag. Som følge af den elektriske forbindelse sikres også mod utilsigtede gnistoverslag andre steder i konstruktionen og samtidig sikres en kontrolleret afladning af statiske ladninger fra vinge til rotornav, som genereres af vingens rotation gennem 30 luft.

Leaderspændingen, som er til stede i lynets opbygningsfase, er ikke i alle tilfælde stor nok til, at kunne danne en lysbue i gnistgabet 15, men vil derimod løbe via slæbeanordningen. Når leaderen har "fanget" et lyn, vil spændingen over afstanden i gnistgabet grundet den kraftige forøgelse i spændingsniveauet under lynets hovedudladning være tilstrækkelig til at nedbryde isolationen mellem gnistgabselementet og vingens kontakt-element 7, hvorved der tændes en lysbue mellem gnistgabselementet 11 og kontakt-elementet 7. Lysbuen vil i hele hovedudladningens udladningstid have en mindre elektrisk modstand end slæbeanordningen, hvorved hovedudladningen udlades over gnistgabet. Slæbanordningen vil grundet sin højere elektriske modstand i forhold til det tændte gnistgab derfor være beskyttet i hovedudladningsfasen.

Strømmen, som løber under lynets opbygningsfase og under selve hovedudladningen, kan ledes til jorden via rotorakslen 17, videre fra rotorakslen til nacellen 2 via aksellejet eller en slæbekontaktforbindelse fra nacellen til tårnet via krøjelejet eller endnu en slæbekontaktforbindelse, og via tårnet til jorden.

Opfindelsen er ikke begrænset til de her omtalte udførelsesformer.

PATENTKRAV

Modtaget

12 NOV. 2002

PVS

- 5 1. Vindmøllerotor omfattende et rotornav (3) og et antal vinger (4), hvor hver vingerodende (16) via et pitchleje (5) er forbundet med rotornavet, så at vingens pitchvinkel kan indstilles ved at dreje vingen omkring sin længdeakse i forhold til rotornavet, og hvor vingen er forsynet med mindst en elektrisk ledende lynnedleder (6), som forløber i vingens længderetning til vingerodenden, og som er elektrisk isoleret fra pitchlejet (5),
10 og hvor der mellem lynnedlederen og rotornavet er tilvejebragt et gnistgab (15), der er indrettet til at kunne lede en lynstrøm, som løber gennem lynnedlederen, k e n d e t e g n e t ved, at der parallelt med gnistgabet (15) mellem lynnedlederen (6) og rotornavet (3) er tilvejebragt en slæbekontakt-forbindelse (7, 12), der sikrer elektrisk kontakt mellem lynnedlederen (6) og rotornavet (3) uanset vingens pitchvinkel.
- 15 2. Vindmøllerotor ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at slæbekontaktforbindelsen omfatter en slæbesko (12), der er fast monteret på rotornavet (3), og et elektrisk ledende kontaktelelement (7), der er forbundet med vingens lynnedleder (6) og strækker sig langs en del af vingerodendens (16) omkreds.
- 20 3. Vindmøllerotor ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at slæbekontaktforbindelsen omfatter en slæbesko (12), der er fast monteret på vingerodenden (16), og et elektrisk ledende kontaktelelement (7) i form af en skinne, der er monteret på rotornavet (3).
- 25 4. Vindmøllerotor ifølge krav 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at gnistgabet (15) er tilvejebragt mellem kontaktelelementet (7) og et gnistgabselement (11).
5. Vindmøllerotor ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at slæbeskoen (12) og gnistgabselementet (11) er bygget sammen i en kontaktenhed (8).

6. Vindmøllerotor ifølge et af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at lynnedlederen (6) er forbundet med en lynreceptor nær vingens tip.

7. Vindmølle omfattende en vindmøllerotor ifølge et af de foregående krav.

5

for LM Glasfiber A/S,
CHAS. HUDE A/S



SAMMENDRAG

PVS

- 5 Vindmøllerotor omfattende et rotornav (3) og et antal vinger (4), hvor hver vingero-
dende (16) via et pitchleje (5) er forbundet med rotornavet, så at vingens pitchvinkel
kan indstilles ved at dreje vingen i forhold til rotornavet omkring sin længdeakse. Vin-
gen er forsynet med mindst en elektrisk ledende lynnedleder (6), som forløber i vingens
længderetning til vingerodenden, og som er elektrisk isoleret fra pitchlejet (5). Mellem
10 lynnedlederen og rotornavet er der tilvejebragt et gnistgab, der er indrettet til at kunne
lede en lynstrøm, som løber gennem lynnedlederen. Parallelt med gnistgabet (15), mel-
lem lynnedlederen (6) og rotornavet (3) er der tilvejebragt en slæbekontaktforbindelse
(7, 12), der sikrer elektrisk kontakt mellem lynnedlederen (6) og rotornavet (3), uanset
vingens pitchstilling. Opfindelsen angår også en vindmølle omfattende en sådan rotor.

15

Fig. 3

1/4

Modtaget

12 NOV. 2002

PVS

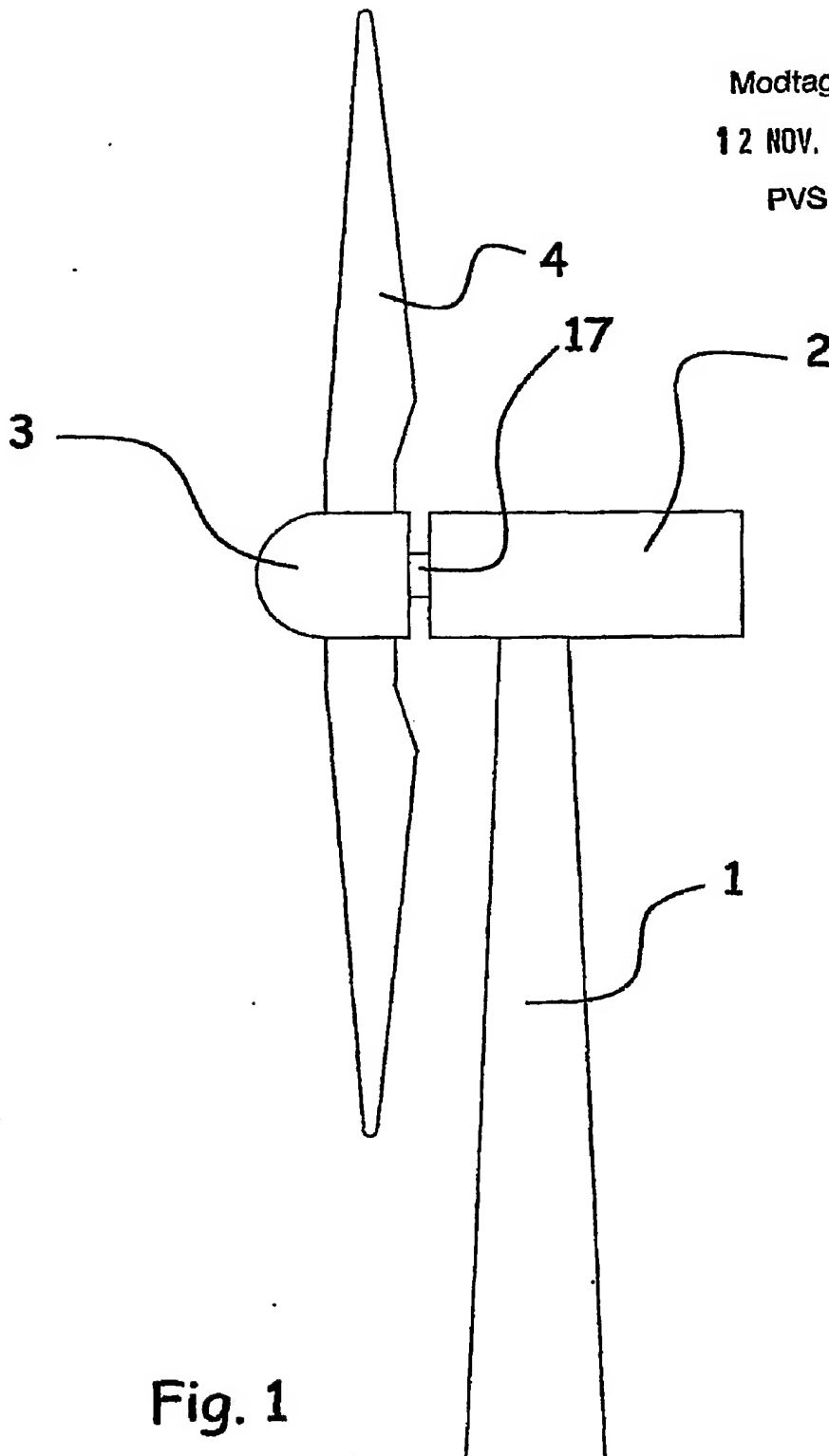


Fig. 1

2/4

Modtaget

12 NOV. 2002

PVS

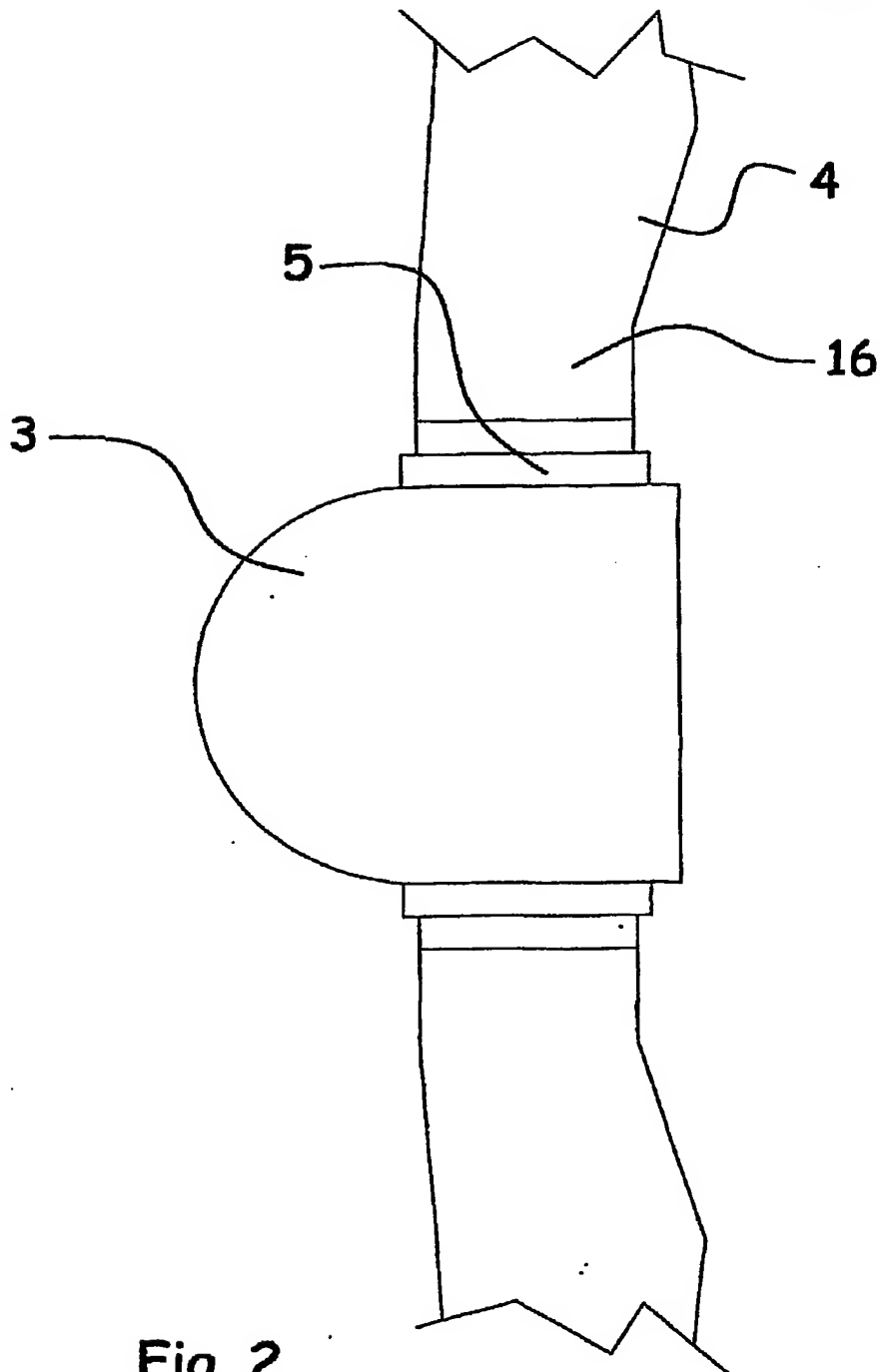


Fig. 2

3/4

Modtaget

12 NOV. 2002

PVS

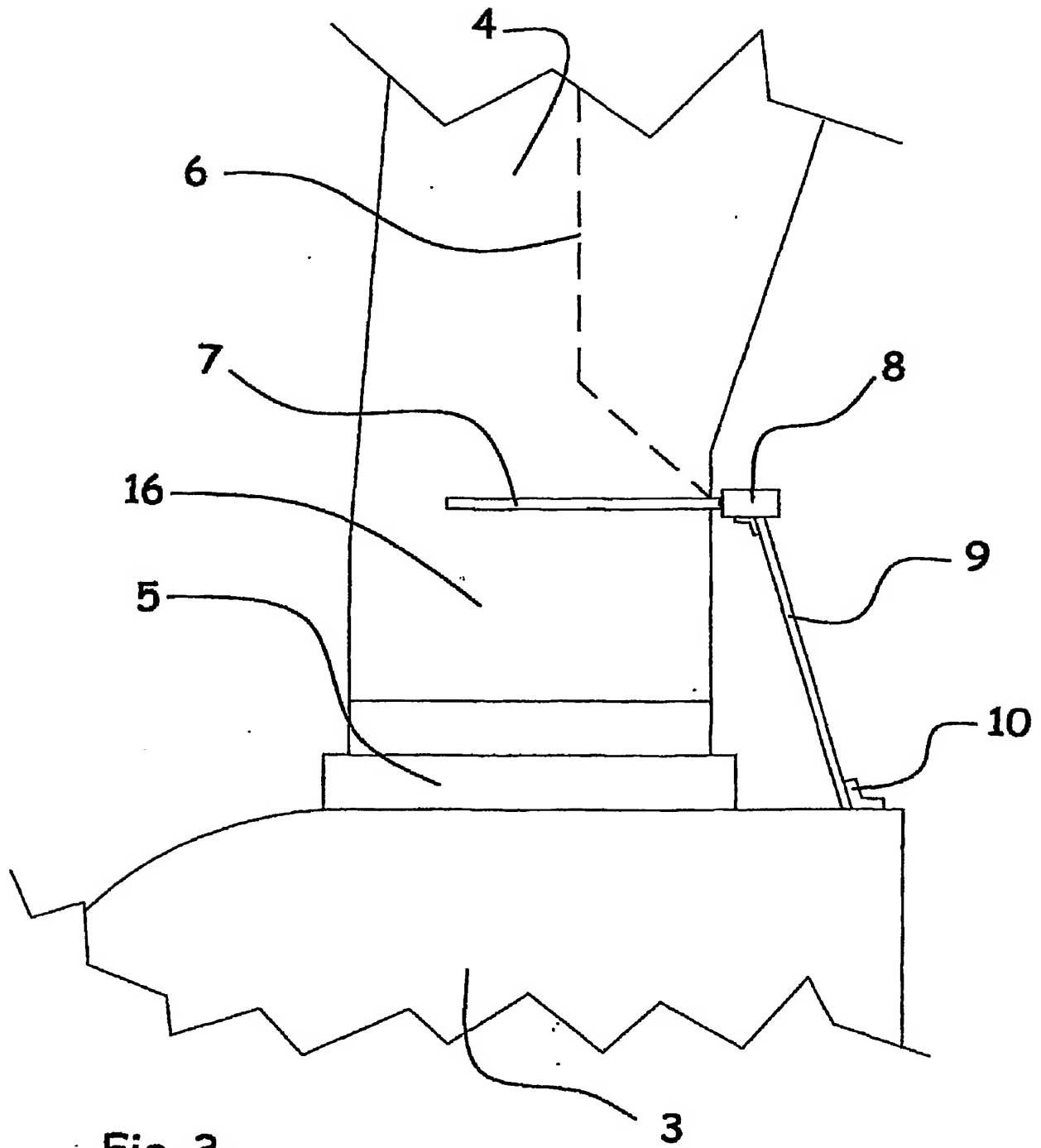


Fig. 3

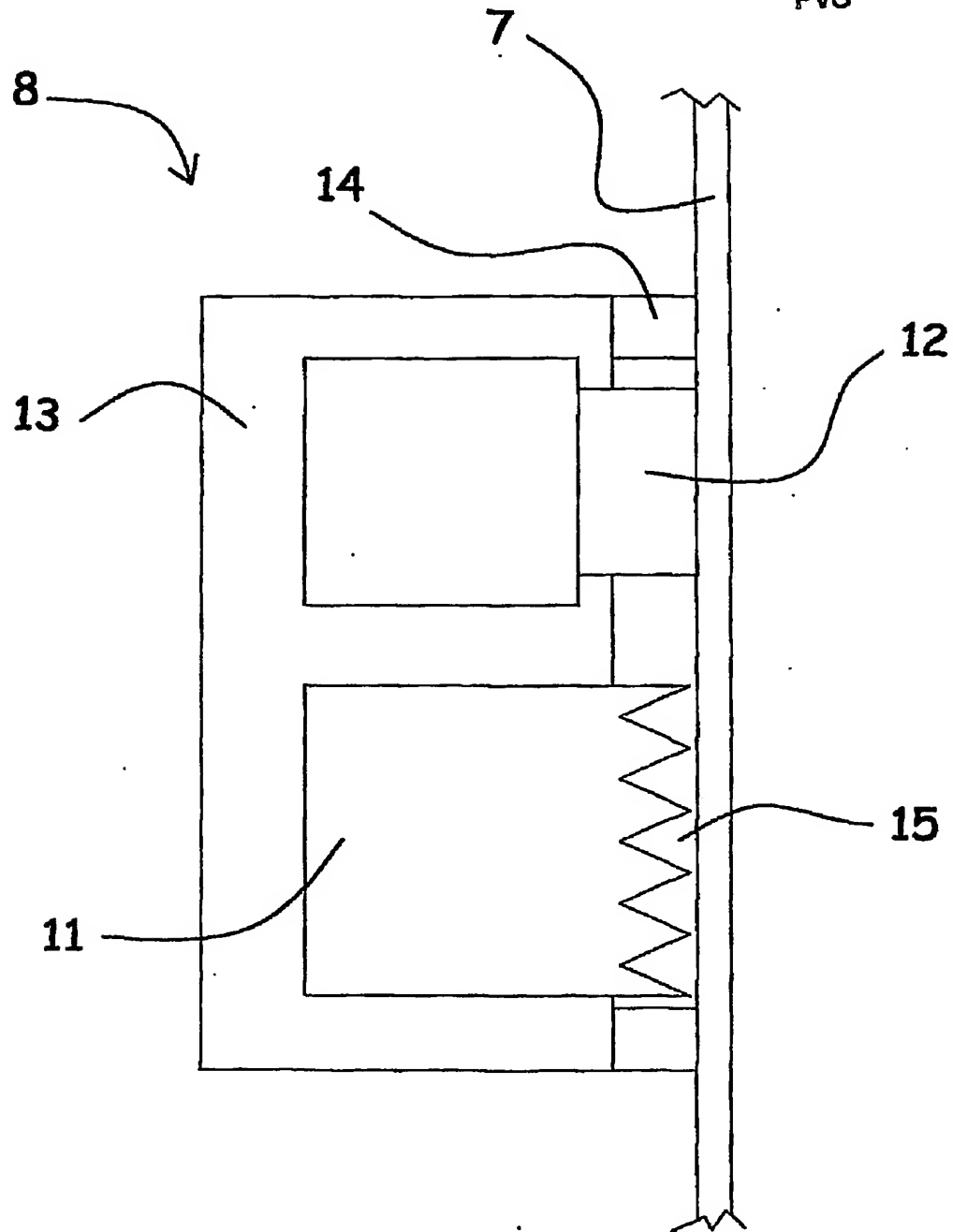


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.